



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка и исследование системы управления сбалансированным манипулятором

УДК 621.865.8-529

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т61	Дун Бо		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОАР ИШИТР	Гайворонский С.А.	к.т.н.доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН УОД	Конотопский В.Ю.	к.э.н.доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД ИШНК	Сечин А.И.	д.т.н.профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е.И.	к.т.н.,доцент		

Томск 2020 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
1	Использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин ООП магистратуры; понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы их решения; демонстрировать навыки работы в научном коллективе, порождать новые идеи;
2	Анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; определять цели, осуществлять постановку задач проектирования приборов наноэлектроники, схем и устройств различного функционального назначения с использованием современной электронной базы наноэлектроники, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ;
3	Формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с перспективами развития электроники, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач;
4	Осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно -измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени; разрабатывать физические и математические модели элементов наноэлектроники, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере;
5	Делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научно-технические отчеты, обзоры, рефераты, публикации по результатам выполненных исследований, доклады на научные конференции и семинары, научные публикации в центральных изданиях и заявки на изобретения;
6	Работать в качестве преподавателя в образовательных учреждениях среднего профессионального и высшего профессионального образования по учебным дисциплинам предметной области данного направления под руководством профессора, доцента или старшего преподавателя.
<i>Универсальные компетенции</i>	
7	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не

	связанных со сферой деятельности;
8	Использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов.
9	Разрабатывать планы и программы инновационной деятельности в подразделении, проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности;
10	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;
11	Обладать способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Громаков Е.И.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
158Т61	Дун Бо

Тема работы:

Разработка и исследование системы управления сбалансированным манипулятором	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№_162-14_с_от_10.06.2020.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или</i>	Объектом исследования является система управления сбалансированного манипулятора Режим работы – периодический;
--	---

процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы; 2. проектирование схемы; 3. Разработка и исследование системы управления; 4. финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 5. социальная ответственность; 6. выводы по результатам работы.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Схема документооборота Структурная схема
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент ,ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский В.Ю.
Социальная ответственность	Сечин А.И.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.02.2020
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Гайворонский С.А.	К.Т.Н. доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т61	Дун Бо		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Уровень образования - бакалавриат
 Период выполнения – осенний/весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.6.2020
--	-----------

Дата контроля	Название раздела(модуля)/ вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.06.2020	Основная часть	60
20.05.2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
02.06.2020	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Гайворонский С.А.	к.т.н.доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е.И.	к.т. н доцент		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
158Т61	Дун Бо

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: Тема дипломной работы:

Разработка и исследование системы управления сбалансированным манипулятором

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Разработка и исследование системы управления сбалансированным манипулятором

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. Анализ выявленных вредных факторов

- Природа воздействия
- Действие на организм человека
- Нормы воздействия и нормативные документы (для вредных факторов)
- СИЗ коллективные и индивидуальные

1.2. Анализ выявленных опасных факторов :

- Термические источники опасности
- Электробезопасность
- Пожаробезопасности

Вредные факторы:

- Недостаточная освещенность;
- Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры;
- Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ;
- Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ;
- Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ;

Опасные факторы:

- Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R_{заземления}, СКЗ, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ;

	<ul style="list-style-type: none"> Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.
2. Экологическая безопасность: <ul style="list-style-type: none"> Выбросы в окружающую среду Решения по обеспечению экологической безопасности 	Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, вторцвет- и чермет, пластмасса, перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника, обрезки монтажных проводов, бракованная строительная продукция) и способы их утилизации;
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: 1.перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; 2.разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; 3.разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	<p>Рассмотрены 2 ситуации ЧС:</p> <p>1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте);</p> <p>2) техногенная –несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.</p>
4. Перечень нормативно-технической документации.	– ГОСТы, СанПиНы, СНиПы

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2020 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД ИШНК	Сечин А.И.	к.т.н.диктор		26.02.2020 г

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т61	Дун Бо		26.02.2020 г

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТ И РЕСУРСОБЪЕКТ»

Студенту:

Группа		ФИО	
158Т61		Дун Бо	
Школа	ИК	Отделение школы (НОЦ)	АИКС
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	27.03.04 « Управление в технических системах»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Использовать действующие ценники и договорные цены на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину тарифа на эл. энергию
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	—
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Действующие ставки единого социального налога и НДС (см. МУ, ставка дисконтирования $i=0.1$)
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа: оценка потенциальных потребителей, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения НИ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры и трудоёмкости работ в рамках НИ, разработка графика проведения НИ, планирование бюджета НИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Анализ фактор получения прибыли
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ - <u>выполнить</u> 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ - <u>выполнить</u>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН УОД	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н., доцент		26.02.2020 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т61	Дун Бо		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 72 страниц, 12 рисунков, 10 таблиц, 29 источников.

Объектом исследования является системы управления сбалансированного манипулятора.

Цель работы – Разработка и исследование системы управления сбалансированным манипулятором.

В ходе исследования мы выполнили следующий процесс, математически смоделированный сбалансированный манипулятор, и провели предварительную разработку и исследование системы управления, а затем изучили влияние сухого трения и упругих колебаний на систему управления, тем самым улучшая систему управления.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	13
1 Математическая модель сбалансированного манипулятора	17
1.1 Функциональная схема сбалансированного манипулятора	18
1.2 Структурная схема сбалансированного манипулятора	18
1.3 Характеристический полином сбалансированного манипулятора	21
2 Компенсация упругих колебаний в сбалансированном манипуляторе	24
2.1 Структура ПЛКУ	25
2.2 Характеристики ПЛКУ	27
2.3 Синтез параметров ПЛКУ	28
3 Компенсация влияния сухого трения в сбалансированном манипуляторе	31
3.1 Характеристика сухого трения	31
3.2 Выбор режимов компенсации сухого трения	31
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	35
4.1 Организация и планирование работ	36
4.2 Определение продолжительности этапов работ	38
4.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	44
4.4 Оценка экономической эффективности проекта	49
5 Социальная ответственность	51
Введение	51
5.1 Производственная безопасность	51
5.2 Экологическая безопасность	65
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	67
Заключение	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	70

ВВЕДЕНИЕ

Использование сбалансированных манипуляторов (СМ) при выполнении грузоподъемных и транспортных операций является необходимым условием повышения производительности труда. Сущность работы СМ состоит в точном и плавном перемещении и позиционировании груза при изменении рукой человека воздействия на груз небольшим направленным усилием. Это воздействие определяет необходимую траекторию движения груза и скорость его перемещения.

В настоящее время наибольшее распространение получили СМ, которые имеют электропривод для вертикальных перемещений груза и пассивную систему его горизонтальных перемещений.

Для уравнивания груза моментом на валу электропривода в системах управления СМ используется информации о натяжении в подвесе груза. На основе этой информации электроприводом создается необходимый момент, компенсирующий силу тяжести груза. В результате достигается так называемое обезвешивание груза, облегчающее работу оператора при его подъеме и перемещении.

Заметим, что подвес груза СМ может быть упругим. В качестве подвеса может использоваться, например, упругий трос. Поэтому при создании СМ необходимо располагать информацией о натяжении в тросе. Для ее получения представляется целесообразным использовать датчик

натяжения. По информации этого датчика следует вводить в систему управления СМ обратную связь.

Для удобства практической реализации обезвешивания груза целесообразно применять сигнал отклонения натяжения троса от заданного веса перемещаемого груза. Данное решение облегчает настройку регуляторов системы управления СМ и повышает надежность ее работы. Заметим при этом, что при аварийном исчезновении сигнала обратной связи по натяжению троса электропривод своим моментом будет способен удерживать груз на весу.

При использовании троса в качестве подвеса проявляется влияние упругости троса на динамические свойства СМ. Это объясняется появляющимися в системе управления СМ резонансными колебаниями, частоты которых оказываются в полосе пропускания электропривода. В результате упругость троса становится причиной повышения колебательности при перемещении груза, что отрицательно сказывается на работе СМ.

Известно, что при демпфировании упругих колебаний типовыми линейными регуляторами не удастся сохранить широкую полосу пропускания системы управления СМ и обеспечить его требуемое быстродействие. Поэтому для улучшения работы системы управления СМ с упругим тросом необходимо использовать дополнительные способы демпфирования вертикальных колебаний груза с помощью электропривода. Для формирования сигналов на электропривод, которые должны

демпфировать колебания груза, предлагается применять специальные нелинейные корректирующие устройства.

При разработке системы управления СМ должное внимание следует уделить также и наличию сухого трения в электроприводе СМ. Это сухое трение создает при работе электропривода зону нечувствительности, наличие которой снижает быстродействие работы СМ.

Известно, что сухое трение не будет оказывать существенного влияния на качественные показатели системы, если величина управляющего воздействия значительно больше величины момента трогания. В противном случае возрастает ошибка регулирования натяжения троса. Поэтому при разработке системы управления СМ необходимо применять дополнительные технические средства, уменьшающие влияние силы сухого трения на быстродействие СМ.

Таким образом, для получения высоких динамических характеристик системы управления СМ необходимо решить следующие задачи:

- обеспечивать допустимое качество работы СМ при изменении в процессе работы его параметров.
- обеспечивать вертикальные перемещения груза с необходимыми скоростями и ускорениями без колебаний;
- обеспечивать компенсацию отрицательного влияния упругости троса на динамику системы управления СМ.
- обеспечивать компенсацию отрицательного влияния сухого трения на валу электропривода.

Проведенный анализ условий работы СМ показал, что для обеспечения требуемого качества функционирования системы управления СМ следует рассматривать ее объект регулирования как сложный объект с переменными параметрами, обладающий ярко выраженными колебательными свойствами и наличием нелинейности в виде сухого трения.

Таким образом, проектирование эффективных систем управления для СМ, обеспечивающих обезвешивание груза в условиях наличия упругих связей и влияния сухого трения, является важной и актуальной задачей. Для ее решения в ВКР составляется математическая модель вертикального канала СМ с учетом изменения параметров, разрабатываются нелинейное корректирующее устройство для демпфирования упругих колебаний в СМ и компенсатор влияния сухого трения.

1 Математическая модель сбалансированного манипулятора

Для проектирования СМ необходимо его математическое описание. При его разработке будем использовать поэлементное представление СМ в виде механической, электрической и информационной частей.

Кинематически СМ представляет собой двухмассовую систему с упругой связью в виде троса, соединяющей груз и электропривод.

В качестве масс в СМ следует рассматривать массу перемещаемого груза и эквивалентную массу электропривода с намотанным на барабан тросом.

СМ характеризуется интервальной неопределенностью ее некоторых параметров. К таким параметрам относятся длина троса между грузом и барабаном электропривода, а также упругие параметры троса (удельная жесткость и удельный коэффициент демпфирования колебаний). Длина троса может изменяться в определенных пределах, а упругие параметры точно неизвестны и задаются возможными интервалами.

Для компенсации веса груза в СМ используется датчик натяжения троса. В начальном состоянии СМ при отсутствии усилия оператора на груз выходной сигнал датчика натяжения устанавливается на ноль. При действии оператора на груз при его подъеме или опускании изменяется натяжение в тросе и, соответственно, сигнал датчика натяжения. Этот сигнал подается на систему управления электроприводом СМ и в зависимости от знака сигнала датчика происходит наматывание троса на барабан электропривода или его

сматывание с барабана. В результате такого управления электроприводом натяжение в тросе СМ практически не должно изменяться.

При этом необходимо, чтобы СМ обладал требуемым быстродействием и мог без колебаний перемещать груз по командам оператора.

1.1 Функциональная схема сбалансированного манипулятора

На основе анализа функционирования СМ и его принципа работы представим СМ в виде кинематической схемы, изображенной на рисунке 1.

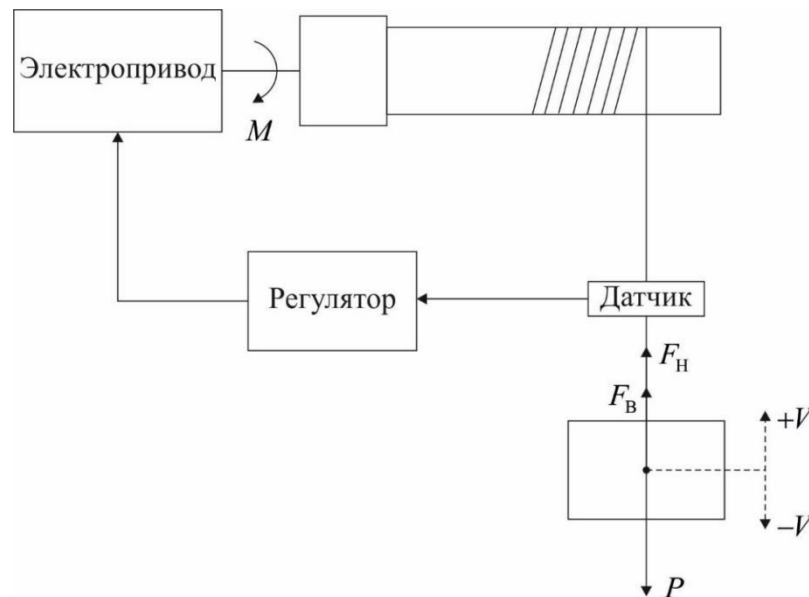


Рисунок 1 – Кинематическая схема СМ

Получим дифференциальные уравнения, описывающие динамические процессы в СМ. Для этого сделаем следующие допущения:

- трение в СМ отсутствует;
- масса датчика натяжения равна нулю;
- жесткость упругого элемента, на основе которого создан датчик натяжения, равна бесконечности.

1.2 Структурная схема сбалансированного манипулятора

В результате математического описания элементов объекта управления СМ получены их дифференциальные уравнения.

Движение груза описывается дифференциальным уравнением

$$m \frac{d\Delta V_{\Gamma}}{dt} = \Delta F_{\text{н}} - \Delta F_{\text{в}}; \quad (1)$$

Возникающая в тросе сила натяжения изменяется в соответствии с дифференциальным уравнением

$$\Delta F_{\text{н}} = \left(\frac{C + \chi p}{p} \right) (\Delta V_{\text{пр}} - \Delta V_{\Gamma}); \quad (2)$$

Электропривод создает усилие, определяемое дифференциальным уравнением

$$\Delta F_{\text{дв}} = \left(\frac{C_{\text{м}}}{r} \left(\frac{1/R_{\text{я}}}{T_{\text{я}} p + 1} \right) \right) \left(U_{\text{дв}} - \frac{C_{\text{Е}} \Delta V_{\text{пр}}}{r} \right); \quad (3)$$

Усилитель мощности описывается дифференциальным уравнением

$$\left(T_{\text{у}} \frac{dU_{\text{вых}}}{dt} + U_{\text{вых}} \right) = k_{\text{у}} U_{\text{вх}}; \quad (4)$$

Датчик натяжения описывается уравнением

$$\Delta U_{\text{дн}} = k_{\text{дн}} \Delta F_{\text{н}}; \quad (5)$$

Звенья объекта управления СМ имеют следующие параметры:

$k_{\text{дв}} = 5 \text{ Н/В}$ – коэффициент усиления двигателя электропривода СМ;

$T_{\text{дв}} = 0,01 \text{ с}$ – электромагнитная постоянная времени двигателя электропривода СМ;

$C_{\text{Е}} = 0,05 \text{ В} \cdot \text{с/рад}$ – противоЭДС двигателя электропривода СМ;

$J = 0,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ – приведенный к валу момент инерции движущихся масс электропривода;

$k_{\text{у}} = 100$ – коэффициент усиления усилителя мощности СМ;

$T_y = 0$ с – постоянная времени усилителя мощности;

$C_{уд} = 1000000$ Н/м – удельный коэффициент жесткости троса;

$\chi_{уд} = 100000$ Н·с/м – удельный коэффициент демпфирования колебаний в тросе;

$m = [50; 100]$ кг – диапазон массы груза;

$l = [5; 10]$ м – диапазон возможного изменения длины троса;

$r = 0,1$ м – радиус барабана, на который намотан трос.

На основе полученных дифференциальных уравнений всех звеньев объекта управления СМ составлена его структурная схема (рисунок 2).

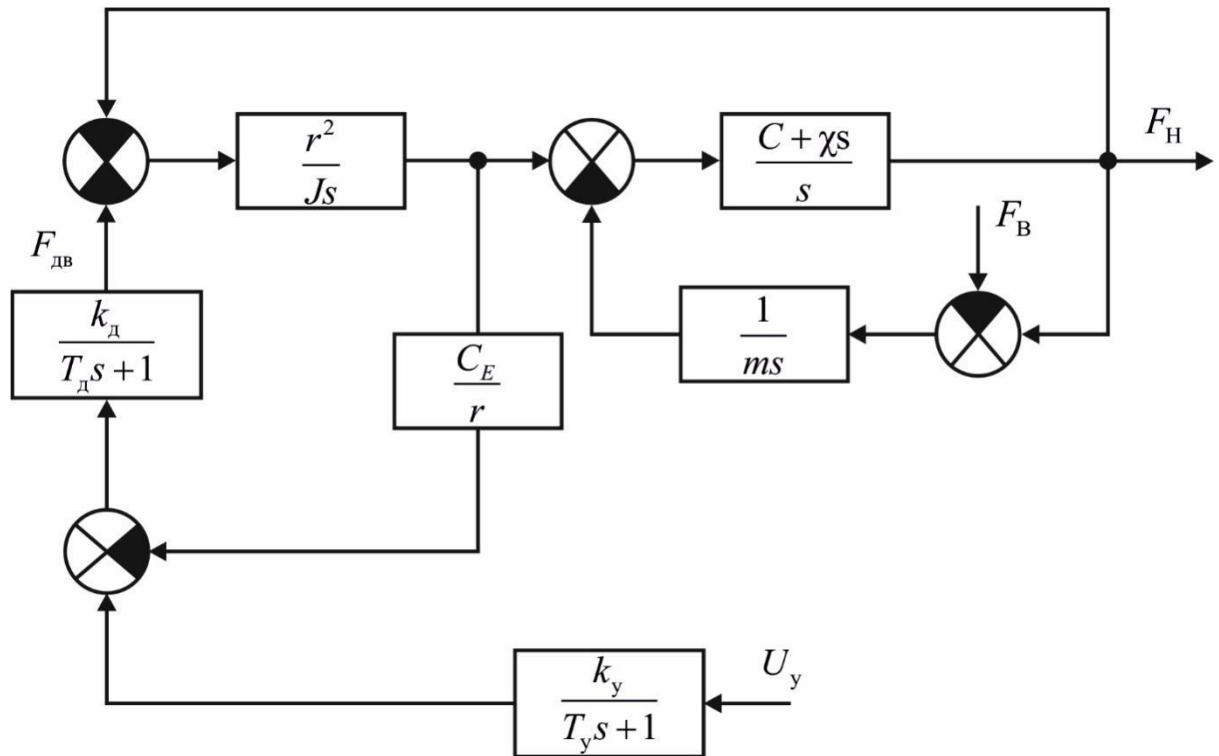


Рисунок 2 – Структурная схема объекта управления СМ

Коэффициент жесткости троса C определяется его длиной следующим образом

$$C = \frac{C_{уд}}{l}; \quad (6)$$

Коэффициент демпфирования колебаний в тросе также зависит от длины троса

$$\chi = \frac{\chi_{\text{уд}}}{l}; \quad (7)$$

При дальнейшем рассмотрении СМ пренебрежем коэффициентом C_E противоЭДС двигателя, считая, что электропривод имеет достаточно высокое быстродействие.

В результате этих замечаний структурная схема СМ, включающая регулятор и объект управления, примет вид, показанный на рисунке 3

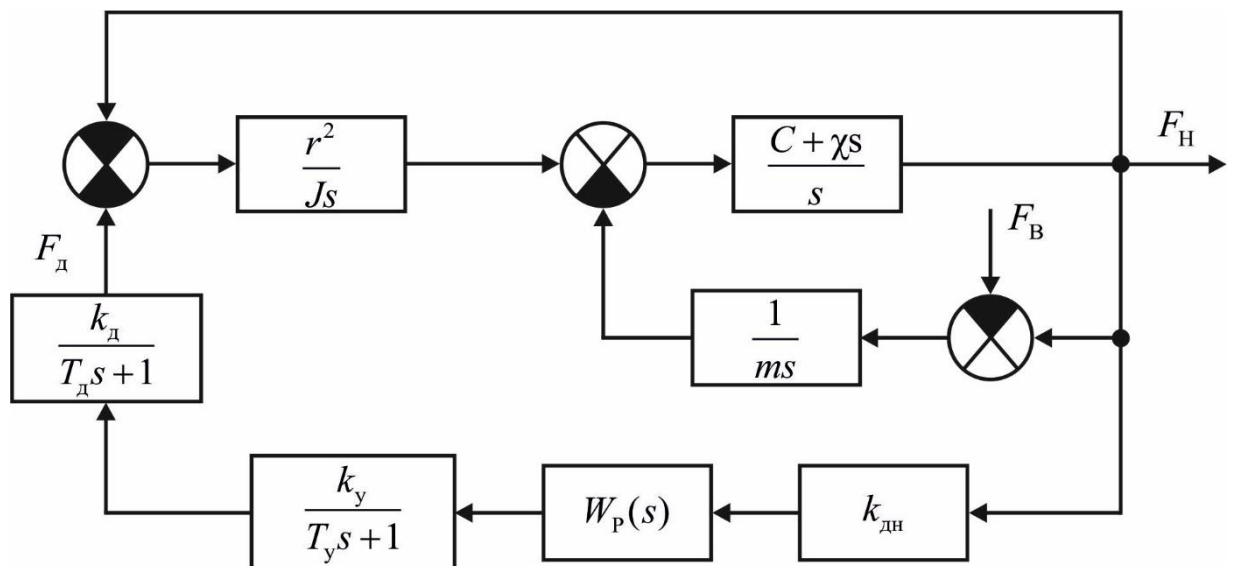


Рисунок 3 – Структурная схема СМ

На рисунке 3 введены следующие обозначения: $k_{\text{дн}}$ – коэффициент передачи датчика натяжения троса; $W_p(s)$ – передаточная функция

ПИ-регулятора $W_p(s) = \frac{k_1 s + k_0}{s}$ с двумя настраиваемыми параметрами.

1.3 Характеристический полином сбалансированного манипулятора

Преобразуем структурную схему СМ к виду, показанному на рис.

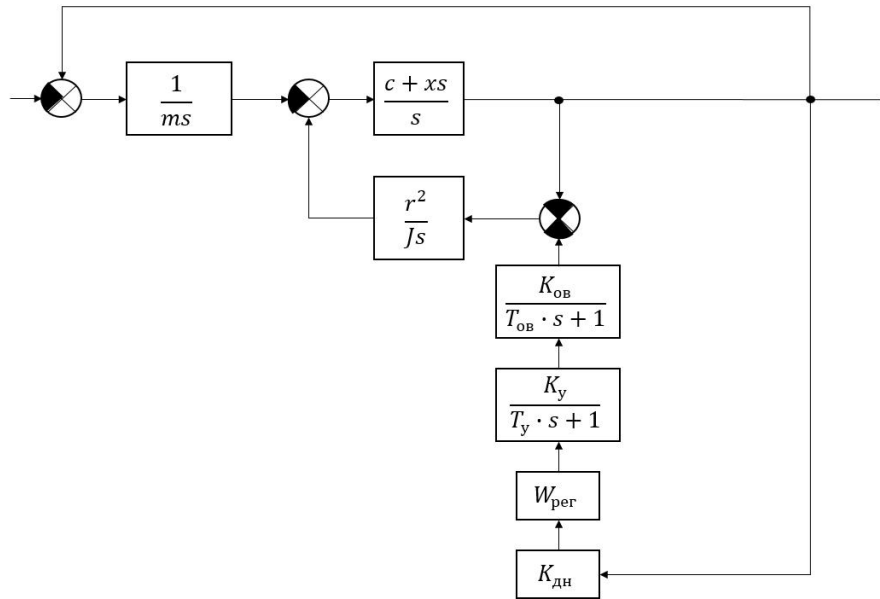


Рисунок 4 – Преобразованная структурная схема СМ

На основе полученной по схеме на рис 4. Передаточной функции замкнутой системы управления СМ найден ее характеристический полином

$$a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + a_0 = 0, \quad (8)$$

С учетом интервальной неопределенность параметров СМ запишем интервальный характеристический полином замкнутой системы

$$[a_3]s^3 + [a_2]s^2 + [a_1]s + [a_0] = 0, \quad (9)$$

$$[a_0] = [m]Ck_1k_2r^2; \quad (10)$$

$$[a_1] = CJ + C[m]r^2 + k_1k_2[m]r^2(\chi + TC); \quad (11)$$

$$[a_2] = J\chi + \chi[m]r^2(1 + Tk_1k_2); \quad (12)$$

$$[a_3] = J[l][m]; \quad (13)$$

где k_1 –коэффициент передачи электрической части привода.

После подстановки значений постоянных и интервально-неопределенных параметров объекта управления в коэффициенты характеристического полинома определим интервалы возможных изменений этих коэффициентов

$$[a_0] \in 200 \cdot [m] \cdot [k_1], \quad (14)$$

$$[a_1] \in 102 \cdot [k_1] \cdot [m] + 10000 + 200 \cdot [m], \quad (15)$$

$$[a_2] \in [k_1] \cdot [m] + 5000 + 100 \cdot [m], \quad (16)$$

$$[a_3] \in 0.5 \cdot m \cdot [l], \quad (17)$$

В результате получим интервальный характеристический полином
СМ вида

$$\begin{aligned} &0.5 \cdot m \cdot [l] \cdot s^3 + ([k_1] \cdot [m] + 5000 + 100 \cdot [m]) \cdot s^2 + 102 \cdot [k_1] \cdot [m] \\ &+ 10000 + 200 \cdot [m] \cdot s + 200 \cdot [m] \cdot [k_1] \end{aligned} \quad (18)$$

2 Компенсация упругих колебаний в сбалансированном манипуляторе

Важной особенностью СМ с упругой связью и изменяющимися параметрами является наличие частотно-нестабильных колебаний. Для оценки уровня их отрицательного влияния на динамические свойства СМ необходимо в каждом конкретном случае (в каждом режиме) строить частотные характеристики системы. Очевидно, что рассматривать следует только те частоты колебаний, которые изменяют логарифмическую амплитудно-частотную характеристику (ЛАЧХ) выше оси частот или пересекают эту ось, делая систему неустойчивой.

Известно, что применение линейных корректирующих устройств может не дать ожидаемого эффекта из-за их существенного недостатка: для линейных корректирующих устройств характерна жесткая зависимость между их АЧХ и ФЧХ. Так дифференцирующие звенья при создании фазового опережения поднимают усиление на высоких частотах; интегрирующие звенья подавляют усиление на высоких частотах и при этом вносят в систему фазовое запаздывание.

Применение линейных корректирующих устройств для демпфирования колебаний в СМ возможно при расположении их спектра в области высоких частот. При низкочастотных и среднечастотных колебаниях использование линейных корректирующих устройств существенно снижает быстродействие систем. Поэтому с целью получения в СМ максимального быстродействия, определяемого только динамикой исполнительного электропривода, следует использовать специальные корректирующие устройства. Они должны демпфировать колебания в системе управления во всем спектре изменяющейся частоты и не сужать при этом необходимую полосу пропускания системы.

Решить такую задачу способны нелинейные корректирующие устройства. Известно большое количество различных нелинейных корректирующих устройств, которые способны реализовать различные

нелинейные законы управления. Анализировать эти устройства с единых позиций затруднительно из-за сложности протекающих в нелинейных системах процессов. Наглядное представление о возможностях нелинейных корректирующих устройств может быть получено на основе построения их частотных характеристик с использованием метода гармонической линеаризации.

2.1 Структура ПЛКУ

Способность раздельного формирования АЧХ и ФЧХ у нелинейного корректирующего устройства наиболее полно проявляется в так называемых псевдолинейных корректирующих устройствах (ПЛКУ), в которых коэффициенты гармонической линеаризации зависят от частоты колебаний и не зависят от их амплитуды.

Заметим, что если часть частотного диапазона резонансов находится правее полосы пропускания системы, то для ее коррекции нет необходимости в указанной частотной области точно сглаживать амплитудные всплески. В данном случае достаточно с определенной частот опускать резонансные всплески под ось частот вместе со всей ЛАЧХ, обеспечивая при этом требуемый запас устойчивости по фазе.

Из литературы известно, что перспективным способом борьбы с упругими колебаниями является использование псевдолинейных корректирующих устройств на основе управляемой гистерезисной нелинейности «упор».

В указанном способе корректирующий сигнал создается путем вычитания из входного сигнала управления фазоотстающего сигнала с выхода нелинейного звена с характеристикой «люфт». Настройками ПЛКУ при этом являются ширина зоны нечувствительности и наклон характеристики «люфт».

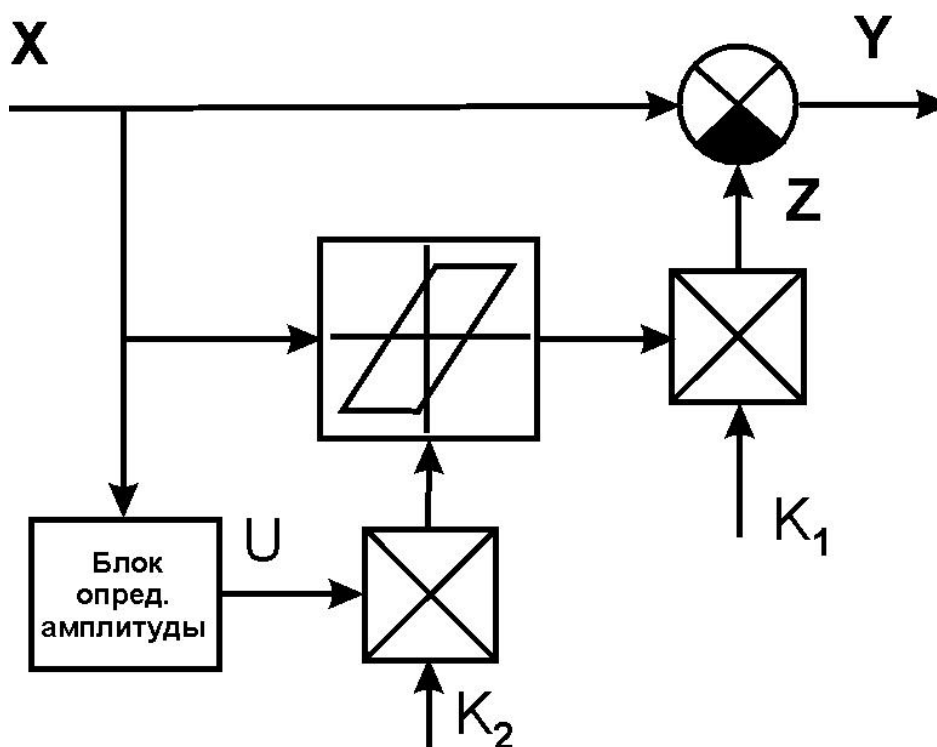


Рисунок 5 – Структурная схема ПЛКУ на основе управляемого «упора»

На рисунке 6 показаны формы сигналов ПЛКУ на основе управляемого «упора».

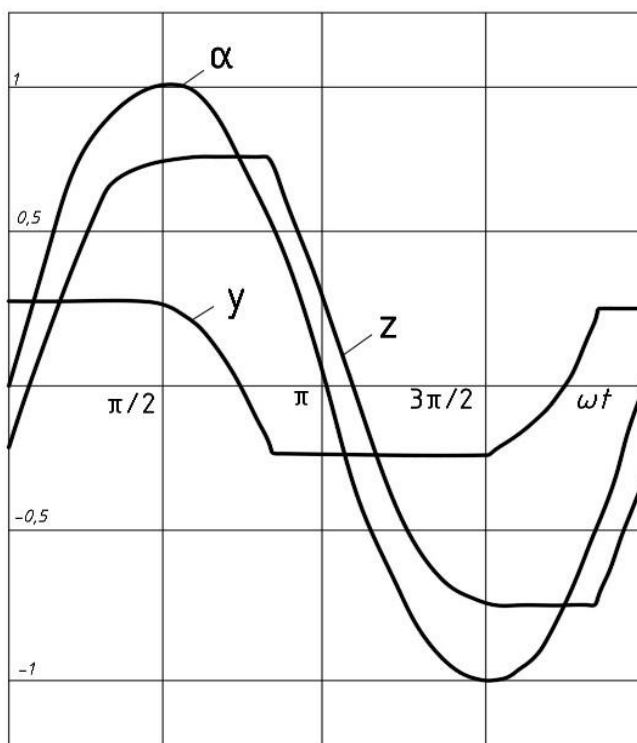


Рисунок 6 – Формы сигналов в различных точках ПЛКУ

2.2 Характеристики ПЛКУ

На рис 6. Показаны зависимости коэффициента передачи и фазового сдвига «упора» от ширины зоны нечувствительности «люфта», определяемой коэффициентом k_2 , при различных значениях коэффициента наклона характеристики «люфт» k_1 :

$$1) K_I = 0.5;$$

$$2) K_I = 1;$$

$$3) K_I = 1.5;$$

$$4) K_I = 2.$$

Анализ полученных зависимостей позволил выявить следующие важные свойства управляемого «упора», которые обуславливают использование ПЛКУ на основе «упора» для демпфирования упругих колебаний в электроприводе СМ.

1. При $k_1 = 1$ и уменьшении k_2 уменьшается коэффициент передачи «упора», а его величина практически совпадает с величиной k_2 . При этом фазовое опережение увеличивается от 0 до 90 градусов.
2. При $k_1 = 2$ и уменьшении k_2 коэффициент передачи «упора» практически не изменяется, а фазовое опережение возрастает свыше 90 градусов.

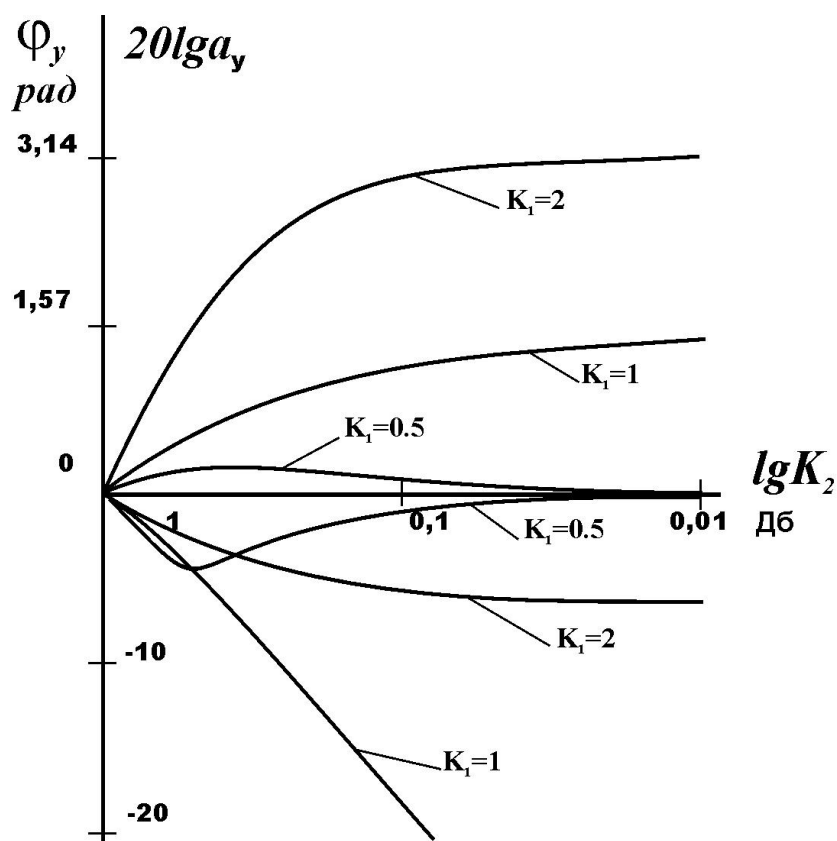


Рис.7 – Зависимости коэффициента передачи и фазового сдвига «упора» от величины ширины зоны нечувствительности «люфта»

2.3 Синтез параметров ПЛКУ

Анализ свойств управляемого «упора» позволяет сделать вывод, что на его основе может быть построено ПЛКУ со свойствами фильтра низких частот. Такое ПЛКУ, начиная с определенной частоты, способно резко уменьшать коэффициент передачи и в результате опускать ЛАЧХ системы вместе с резонансными пиками под ось частот. При этом оно способно также решить невыполнимую линейным фильтром низких частот задачу создания фазового опережения для обеспечения в системе требуемого запаса устойчивости по фазе.

При настройке ПЛКУ необходимо выбрать его параметры k_1 и k_2 . Используем для этого установленное выше важное свойство ПЛКУ:

при $k_1=1$ величина a_y практически совпадает с величиной k_2 , которая изменяется в диапазоне $[0;1]$. На этом основании для получения желаемой зависимости $a_y(\omega)$ в виде АЧХ низкочастотного фильтра следует вместо блока умножения в канале управления шириной «люфта» поставить перед блоком измерения амплитуды линейный фильтр низких частот $W_\phi(s)$. При таком управлении шириной «люфта» справедливо соотношение $a_y(\omega) \approx |W_\phi(j\omega)|$. В результате для синтеза ПЛКУ необходимо выбрать передаточную функцию $W_\phi(s)$. Пусть она имеет вид

$$W_\phi(s) = \frac{1}{(T_\phi s + 1)^m}. \quad (19)$$

Тогда ПЛКУ будет иметь две настройки: T_ϕ и m . Постоянная времени T_ϕ фильтра $W_\phi(s)$ определяет левую границу области коррекции и находится по выражению $T_\phi = \frac{1}{\omega_r}$, где ω_r - граничная частота полосы пропускания системы. Показатель степени m задает крутизну ЛАЧХ ПЛКУ в частотной области демпфирования колебаний. Он определяется величиной резонансных пиков в системе.

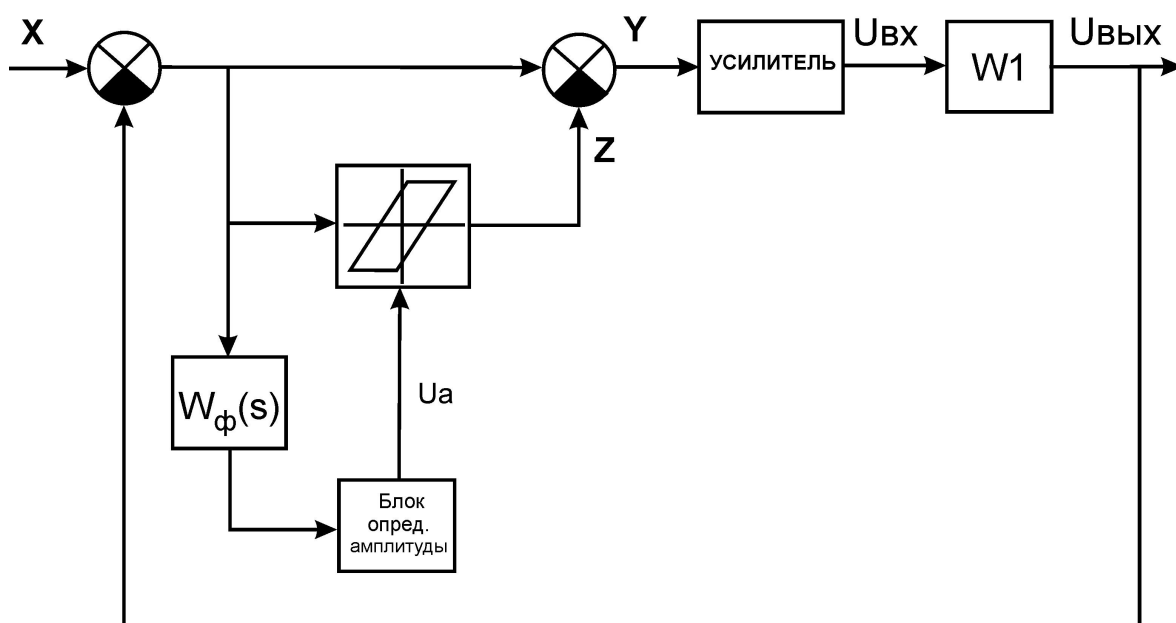


Рисунок 8 – Структурная схема системы управления с ПЛКУ

3 Компенсация влияния сухого трения в сбалансированном манипуляторе

3.1 Характеристика сухого трения

Одной из характерных особенностей СМ является наличие сухого трения в электроприводе и блоках трособлочной системы. Так при грузах 500 кг значение сил сухого трения в СМ достигает 200 Н.

Моменты сухого трения в блоках определяются трением в подшипниках. Учитывая, что в трособлочных системах СМ используются подшипники качения, характеристику сухого трения можно представить в виде, показанном на рисунке 2. Здесь момент трения движения равен моменту трения покоя и обозначен через $M_{тр}$, ω - скорость вращения блока.

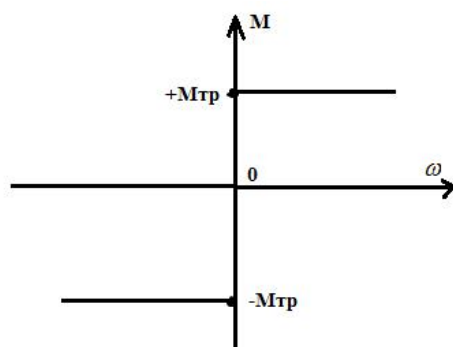


Рисунок 9 – Характеристика сухого трения

Отметим особенность сухого трения СМ. Величина момента сухого трения заранее неизвестна и может быть определена лишь приближенно на основании экспериментов.

3.2 Выбор режимов компенсации сухого трения

Для решения данной задачи наибольший интерес представляет способ повышения быстродействия электромеханических систем с сухим трением, основанный на формировании с помощью дополнительного интегратора специального сигнала, сдерживающего систему с сухого трения покоя и отключаемого в момент начала ее движения. Данный способ предусматривает два режима в системе:

- собственно режим компенсации зоны нечувствительности от действия сухого трения (в течение времени дополнительного интегрирования);
- режим нормального функционирования (после сдерживания системы с сухого трения).

Достоинством рассматриваемого способа компенсации влияния сухого трения являются простота реализации и допущение априорной неопределенности величины трения покоя.

Условием применения данного способа является достаточность величины управляющего сигнала основного регулятора для преодоления трения движения после сдерживания системы с трения покоя, что может быть лишь притрени покоя, большем трения движения. В наше случае трение покоя и трения движения отличаются незначительно. Поэтому для повышения быстродействия СМ предлагается использовать кроме режима дополнительного интегрирования дополнительные режимы для уменьшения зоны нечувствительности. Реализация этих режимов и

обеспечение их своевременной смены требует специального блока компенсации сухого трения (БКСТ).

3.3 Синтез блока компенсации сухого трения

Процедура синтеза БКСТ должна включать следующие этапы:

- определение желаемых режимов функционирования системы, обеспечивающих компенсацию зоны нечувствительности, и инициирующих эти режимы динамических ситуаций;
- выбор для желаемых режимов локальных законов регулирования;
- синтез субблоков БКСТ, реализующих локальные законы регулирования;
- синтез контроллера режимов, анализирующего текущую динамическую ситуацию в системе и включающего соответствующий этой динамической ситуации субблок БКСТ.

Другими словами, многорежимный БКСТ должен состоять из субблоков режимов и контроллера режимов, причем последний должен включать в себя анализатор динамических ситуаций, формирующий сигналы переключения, и коммутатор (набор ключей).

Очевидно, что для уменьшения времени запаздывания необходимо организовать более быстрое нарастание сигнала управления до априори неизвестной величины $U_{тр}$.

После сдергивания системы следует остановить нарастание управляющего сигнала, иначе нарушится нормальная работа системы. Однако если в начальный момент движения перевести систему на работу только от основного линейного регулятора, то его выходного сигнала УЛР будет недостаточно для преодоления трения движения, которое близко к трению покоя, в результате чего система может остановиться. Поэтому необходимо

поддерживать движение системы с помощью определенным образом сформированного управляющего сигнала U_2 , пока его не превысит выходной сигнал основного астатического регулятора УЛР.

Таким образом, для компенсации зоны нечувствительности от действия сухого трения предлагается организовать следующие два режима в СМ:

- 1) режим формирования в БКСТ сигнала управления U_1 для ускоренного сдвигания системы с заранее неизвестного сухого трения;
- 2) режим поддержания движения системы сигналом U_2 после сдвигания в течение времени нарастания выходного сигнала основного астатического регулятора до величины выходного сигнала БКСТ.

Выберем для выделенных режимов локальные законы регулирования. Для организации первого режима, целью которого является преодоление заранее неизвестного сухого трения покоя, наиболее целесообразно использовать дополнительное интегрирование выходного сигнала основного астатического регулятора. Получающийся при этом выходной сигнал предлагается суммировать с выходным сигналом основного регулятора.

Тогда передаточная функция БКСТ в первом режиме будет иметь вид:

$$W_1(s) = 1 + \frac{1}{Ts}; \quad (20)$$

где T - постоянная времени дополнительного интегратора. На выходе этого субблока будет напряжение U_1 .

Переходя к выбору локального закона регулирования для второго режима, целью которого является обеспечение движения при $U_{AP} < U_{БКСТ}$ и уменьшение при этом ошибки регулирования от трения движения, заметим, что после сдвигания, являющегося началом второго режима, дополнительное интегрирование в БКСТ следует убрать, иначе его действие неблагоприятно скажется на

устойчивости системы. При выборе нового закона регулирования БКСТ необходимо предусмотреть, чтобы управляющий сигнал во втором режиме U_2 был больше напряжения трогания. Для этого предлагается в БКСТ запоминать в момент сдергивания величину U_{TP} и формировать управляющий сигнал $U_2 = U_{TP} = \text{const}$.

Наличие во втором режиме на входе электропривода СМ постоянного напряжения, обеспечивающего создание момента, равного моменту сухого трения, позволяет полностью компенсировать статическую ошибку от сухого трения.

Второй режим должен закончиться в тот момент, когда $U_{ЛР}$ превысит U_2 . После этого система должна перейти на работу только от основного регулятора.

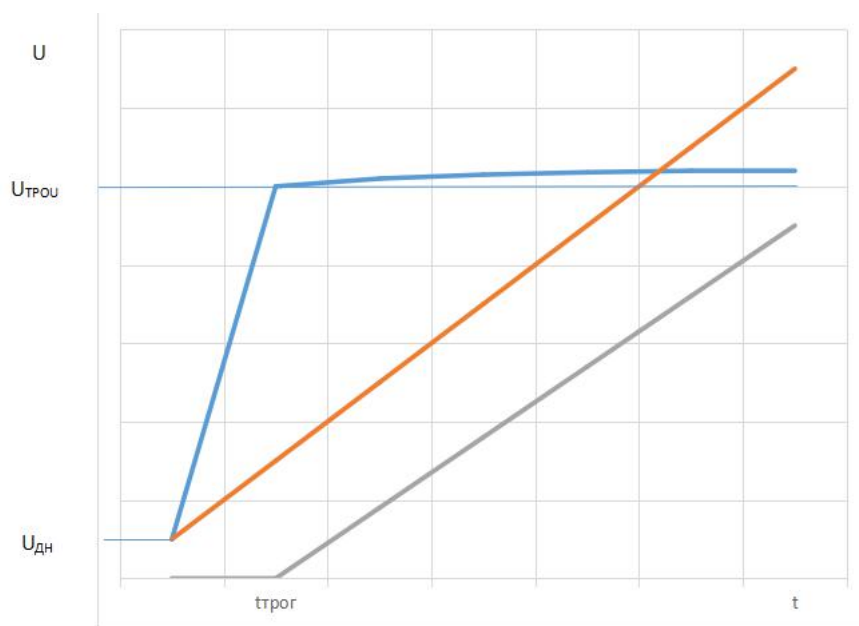


Рис 10. Сигналы блока компенсации сухого трения

Структура разработанного блока компенсации сухого трения показана на рисунке 10.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель работы – Разработка и исследование системы управления сбалансированным манипулятором. Программное обеспечение MATLAB будет использоваться в процессе разработки.

Технико-экономическое обоснование научно-исследовательских работ проводится с целью определения и анализа трудовых и денежных затрат, направленных на их реализацию, а также уровня их научно-технической результативности.

4.1 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо оптимально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

На данном этапе составляется полный перечень проводимых работ, и определяются их исполнители и оптимальная продолжительность. Результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей является использование линейного графика. Для его построения составим перечень работ и соответствие работ своим исполнителям, продолжительность выполнения этих работ и сведем их в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Подготовительный этап		

Продолжение Таблица 4.1 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100% И – 10%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Изучение предметной области	И	И – 100%
<i>Процесс разработки системы управления</i>		
Расчет модели, приведение полученных результатов	НР, И	НР – 30% И – 100%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 10% И – 100%
<i>Экономическое обоснование</i>		
Анализ перспективности разработки, оценка целесообразности разработки и затрат	И	И – 100%
<i>Анализ опасных и вредных производственных факторов</i>		
Анализ выявленных вредных и опасных факторов производственной среды, защита в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	И	И – 100%
<i>Документирование</i>		
Составление и согласование расчетно-пояснительной записки	НР, И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 100% И – 100%

4.2 Определение продолжительности этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых ОКР (НИР) процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами, то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется вероятностный метод – метод двух оценок t_{min} и t_{max} .

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{3}, \quad (4.1)$$

Где t_{min} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

t_{max} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 2 работ требуются специалисты:

- инженер;
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ведется по формуле:

$$t_{pд} = \frac{t_{ож}}{k_{вн}} \cdot k_{д} \quad (4.2)$$

Где $t_{ож}$ – трудоемкость работы, чел/дн.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ ($K_{вн} = 1$);

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{д} = 1.2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{кд} = T_{рд} \cdot T_{к} \quad (4.3)$$

где $T_{рд}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{кд}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{к}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вд} - T_{пд}} \quad (4.4)$$

где $T_{кал}$ – календарные дни ($T_{кал} = 365$);

$T_{вд}$ – выходные дни ($T_{вд} = 52$);

$T_{пд}$ – праздничные дни ($T_{пд} = 10$).

$$T = \frac{365}{362 - 52 - 10} = 1.205$$

В таблице 4.2 приведены длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе.

Таблица 4.2 – Трудозатраты на выполнение проекта











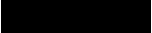



Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн.			
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	Трд		Ткд	
					НР	И	НР	И
Подготовительный этап								
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	1	2	1,4	1,68	-	2,02	-
Составление иутверждение ТЗ	НР, И	4	6	4,8	2,88	5,76	3,47	6,93
Разработка календарного плана	НР, И	1	2	1,4	1,68	1,68	2,02	2,02
Изучение предметной области	И	7	10	8,2	-	9,84	-	11,85
Процесс разработки системы управления								
Расчет модели, приведение полученных результатов	И	14	20	16,4	1,39	19,68	1,67	23,69
Подбор и изучение материало по тематике	И	5	7	5,8	-	6,96	-	8,39

Продолжение Таблица 4.2 – Трудозатраты на выполнение проекта

<i>Экономическое обоснование</i>								
Анализ перспективности разработки, оценка целесообразности разработки и затрат	И	3	5	3,8	–	4,56	-	5,49
<i>Анализ опасных и вредных производственных факторов</i>								
Анализ выявленных вредных и опасных факторов производственной среды защита в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	И	1	2	1,4	-	1,68	-	2,02
<i>Документирование</i>								
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	3	5	3,8	–	4,56	-	5,49
Оформление графического материала	И	3	5	3,8	–	4,56	-	5,49
Подведение итогов	НР, И	4	6	1,4	1,68	1,68	2,02	2,02
Всего:				52,2	9,31	60,96	11,2	73,39

Таблица 4.3 – Линейный график работ.

НР –  И – 

Этап	НР	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	2,02	–											
2	3,47	6,93	 										
3	2,02	2,02		 									
4	-	11,85											
5	1,67	23,69											
6	-	8,39											
7	-	5,49											
8	–	2,02											
9	–	5,49											
10	–	5,49											
11	2,02	2,02										 	

4.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- прочие (накладные расходы) расходы.

4.3.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам и приведена в таблице 4.

Таблица 4.4 – Расходные материалы

<i>Наименование материалов</i>	<i>Цена за ед., руб.</i>	<i>Количество</i>	<i>Сумма, руб.</i>
Бумага для принтера формата А4	500	1 уп.	500
Ручка шариковая	50	2 шт.	100
Картридж для принтера	2500	1 шт.	2500
Калькулятор для расчета данных	300	1 шт.	300

Продолжение Таблица 4.4 – Расходные материалы

Книга для записи данных	150	2 шт.	300
<i>Итого:</i>			3700

Пусть ТЗР составляет 5% от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны

$$C_{Mat} = 3700 * 1.05 = 3885 \text{ руб}$$

4.3.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{дн-т}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-т} = MO / 24.83 \quad (4.5)$$

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице. При расчете учитывалось, что в году 298 рабочих дней и, следовательно, в месяце 25 рабочих дня. Затраты времени на выполнение работы по каждому исполнителю брались из приложение 1. Также был принят во внимание учитывающий коэффициент дополнительной заработной платы $K_{ПР} = 1,1$; $K_{доп.ЗП} = 1,188$; $K_p = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на

интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$.

Таблица 4.5 – Затраты на заработную плату

<i>Исполнитель</i>	<i>Оклад, руб./мес.</i>	<i>Среднеднев- ная ставка, руб./день</i>	<i>Затраты времен и, дни</i>	<i>Коэффициент</i>	<i>Фонд з/платы, руб.</i>
НР	33664	1355.78	10	1,699	22627.97
И	15470	623.04	73	1,699	75909.32
Итого:					98537.30

Таким образом, затраты на заработную плату составили

$$C_{\text{осн}} = 98537.30 \text{руб.}$$

4.3.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3$. Итак, в нашем случае $C_{\text{соц.}} = 98537.30 * 0,3 = 29561.2$ руб.

4.3.4 расходы на электроэнергию (без освещения);

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{э}} \quad (4.6)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $Ц_{\text{э}} = 6,59$ руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 2 для инженера (ТРД) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 6 часов.

$$t_{об} = T_{РД} * K_t, \quad (4.7)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{РД}$, определяется исполнителем самостоятельно.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{ОБ} = P_{ном.} * K_C \quad (4.8)$$

где $P_{ном.}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Таблица 4.6 - Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $Э_{об}$, руб
Персональный компьютер	438*0,6	0,3	519,56
принтер	4	0,1	2.636
Итого:			522.196

4.3.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» от используемого оборудования рассчитывается амортизация за время выполнения работы для оборудования, которое имеется в наличии.

Стоимость оборудования в эксперименте следующая:

Наименование	Кол-во, шт.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Компьютер	1	40000	40000
Всего за материалы			40000

Амортизационные отчисления рассчитываются на время использования ЭВМ по формуле:

$$C_{AM} = \frac{H_A \cdot C_{OB} \cdot t_{pf} \cdot n}{F_D}, \quad (4.9)$$

Где H_A – годовая норма амортизации, $H_A = 33,3\%$;

C_{OB} – цена оборудования, $C_{OB} = 40000 \text{ руб.}$;

m – срок службы компьютера, $m = 3$ года;

n – число задействованных ПЭВМ, $n = 1$.

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. В наше примере $F_D = 298 \cdot 8 = 2384 \text{ час.}$

Итак, затраты на амортизационные отчисления составили:

$$C_{AM} = \frac{33,3\% \cdot 40000 \cdot 438 \cdot 1}{2384} = 2447.21 \text{ руб.}$$

4.3.6 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{осн}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1 \quad (4.10)$$

Для нашего примера это

$$C_{\text{проч.}} = (3885 + 98537,30 + 29561,2 + 522,196 + 2447,21) \cdot 0,1 = 13495,3 \text{ руб.}$$

4.3.7 Расчет общей себестоимости разработки

Таблица 4.7 - Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	3885
Заработная плата	$C_{\text{очн}}$	98537,30
Социальный налог	$C_{\text{соц}}$	29561,2
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	522,196
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	2447,21
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	13495,3
Итого:		148448,2

4.3.8 Расчет прибыли

Потому что работники не получают данных для применения «сложных» методов. то прибыль следует принять в размере 20 % от полной себестоимости проекта.

$$\text{Прибыль} = 148448,2 \cdot 20\% = 29689,64 \text{ руб}$$

4.3.9 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это $(148448,2 + 29689,64) \cdot 0,2 = 178137,84 \cdot 0,2 = 35627,57 \text{ руб.}$

4.3.10 Цена разработки ОКР (НИР)

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{\text{ОКР (НИР)(КР)}} = 148448,2 + 29689,64 + 35627,57 = 213764,84 \text{ руб.}$$

4.4 Оценка экономической эффективности проекта

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта. Так как последние являются единовременными, то мы имеем дело с частным случаем задачи оценки экономической эффективности инвестиций. Однако отсутствие достаточно полных и достоверных данных о использовании результатов данной ВКР, не позволяет дать количественную оценку эффективности затрат на ее выполнение.

5 Социальная ответственность

Введение:

Социальная ответственность - ответственность отдельного ученого и научного сообщества перед обществом. Первостепенное значение при этом имеет безопасность применения технологий, которые создаются на основе достижений науки, предотвращение или минимизация возможных негативных последствий их применения, обеспечение безопасного как для испытуемых, как и для окружающей среды проведения исследований.

В ходе данной работы разработка и исследование высокоэффективного источника питания для телекоммуникационного оборудования. Работа выполнялась в лаборатории ИОА СО РАН. Все работы выполнялись с использования компьютера. Раздел также включает в себя оценку условий труда на рабочем месте, анализ вредных и опасных факторов труда, разработку мер защиты от них.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Проанализируем микроклимат в помещении, где находится рабочее место. Микроклимат производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Эти факторы влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата приведены в таблице 1 и 2

Таблица 5.1 - Оптимальные нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	19-23	40-60	0.1
Теплый	23-25		0.1

Таблица 5.2 - Допустимые нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, С°		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	Нижняя допустимая граница	Верхняя допустимая граница		
Холодный	15	24	20-80	<0.5
Теплый	22	28	20-80	<0.5

Температура в теплый период года 23-25°С, в холодный период года 19-23°С, относительная влажность воздуха 40-60%, скорость движения воздуха 0,1 м/с.

Общая площадь рабочего помещения составляет 42м², объем составляет 147м³. По СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 санитарные нормы составляют 6,5 м² и 20 м³ объема на одного человека. Исходя из приведенных выше данных, можно сказать, что количество рабочих мест соответствует размерам помещения по санитарным нормам.

После анализа габаритных размеров рассмотрим микроклимат в этой комнате. В качестве параметров микроклимата рассмотрим температуру, влажность воздуха, скорость ветра.

В помещении осуществляется естественная вентиляция посредством наличия легко открываемого оконного проема (форточки), а также дверного проема. По зоне действия такая вентиляция является общеобменной. Основным недостатком - приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40 м^3 . В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 42 м^3 , из этого следует, что дополнительная вентиляция не требуется. Параметры микроклимата поддерживаются в холодное время года за счет систем водяного отопления с нагревом воды до 100°C , а в теплое время года – за счет кондиционирования, с параметрами согласно. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям .

5.1.2 Превышение уровней шума

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается рабочим оборудованием, преобразователями напряжения, рабочими лампами дневного света, а также проникает снаружи. Шум вызывает головную боль, усталость, бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, память ухудшается, реакция уменьшается.

Основным источником шума в комнате являются компьютерные охлаждающие вентиляторы и. Уровень шума варьируется от 35 до 42 дБА. Согласно СанПиН 2.2.2 / 2.4.1340-03, при выполнении основных работ на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 82 дБА .

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть средства индивидуальной защиты(СИЗ) и средства коллективной защиты (СКЗ) от шума.

Средства коллективной защиты:

1. устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
2. изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов);
3. применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

Средства индивидуальной защиты;

- 1.применение спецодежды и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

5.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Источником электромагнитных излучений в нашем случае являются дисплеи ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ не должна превышать 25В/м в диапазоне от 5Гц до 2кГц, 2,5В/м в диапазоне от 2 до 400кГц . Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250нТл, и 25нТл в диапазоне от 2 до 400кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500В . В ходе работы использовалась ПЭВМ типа Acer VN7-791 со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5В/м;

поверхностный потенциал составляет 450 В (основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.).

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе на ПЭВМ у человеческого организма сердечно-сосудистые, респираторные и нервные расстройства, головные боли, усталость, ухудшение состояния здоровья, гипотония, изменения сердечной мышцы проводимости. Тепловой эффект ЭМП характеризуется увеличением температуры тела, локальным селективным нагревом тканей, органов, клеток за счет перехода ЭМП на теплую энергию.

Предельно допустимые уровни облучения (по *ОСТ 54 30013-83*):

- а) до 10 мкВт/см² , время работы (8 часов);
- б) от 10 до 100 мкВт/см² , время работы не более 2 часов;
- в) от 100 до 1000 мкВт/см² , время работы не более 20 мин. при условии пользования защитными очками;
- г) для населения в целом ППИМ не должен превышать 1 мкВт/см².

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ

1. защита временем;
2. защита расстоянием;
3. снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
4. экранирование источника;

5. защита рабочего места от излучения;

СИЗ

1. Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

2. Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).

5.1.4 Поражение электрическим током

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует повышенная влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного сприкосновения токоведущих элементов с заземленными металлическими корпусами оборудования [6].

Лаборатория относится к помещению с без повышенной опасностью поражения электрическим током. Безопасными номиналами являются: $I < 0,1 \text{ А}$; $U < (2-36) \text{ В}$; $R_{\text{зазем}} < 4 \text{ Ом}$. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции,

применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Каждому необходимо знать меры медицинской помощи при поражении электрическим током. В любом рабочем помещении необходимо иметь медицинскую аптечку для оказания первой медицинской помощи.

Поражение электрическим током чаще всего наступает при небрежном обращении с приборами, при неисправности электроустановок или при их повреждении.

Для освобождения пострадавшего от токоведущих частей необходимо использовать непроводящие материалы. Если после освобождения пострадавшего из-под напряжения он не дышит, или дыхание слабое, необходимо вызвать бригаду скорой медицинской помощи и оказать пострадавшему доврачебную медицинскую помощь:

- обеспечить доступ свежего воздуха (снять с пострадавшего стесняющую одежду, расстегнуть ворот);
- очистить дыхательные пути;
- приступить к искусственной вентиляции легких (искусственное дыхание);
- в случае необходимости приступить к непрямому массажу сердца.

Любой электроприбор должен быть немедленно обесточен в случае:

- возникновения угрозы жизни или здоровью человека;
- появления запаха, характерного для горящей изоляции или пластмассы;
- появления дыма или огня;

- появления искрения;
- обнаружения видимого повреждения силовых кабелей или

коммутационных устройств.

Для защиты от поражения электрическим током используют СИЗ и СКЗ.

Средства коллективной защиты:

1. Заземление источников электрического тока;
2. Использование щитов, барьеров, клеток, ширм, а также заземляющих и

шунтирующих штанг, специальных знаков и плакатов.

Средства индивидуальной защиты:

1. Использование диэлектрических перчаток, изолирующих клещей и штанг, слесарных инструментов с изолированными рукоятками, указатели величины напряжения, калоши, боты, подставки и коврики.

5.1.5 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в лаборатории, где происходит периодическое наблюдение за ходом производственного процесса при постоянном нахождении людей в помещении освещенность при системе общего освещения не должна быть ниже 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в

поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения (факел плазмы в камере с катализатором) применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 7$ м, ширина $B = 6$ м, высота $= 3,5$ м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 150 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B; \quad (5.1)$$

$$B - \text{ширина, м}; \quad (5.2)$$

$$S = 7 \times 6 = 42 \text{ м}; \quad (5.3)$$

где A – длина, м;

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c = 50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{II} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен $\Phi_{\text{ЛД}} = 2600$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda=1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p; \quad (5.4)$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м}. \quad (5.5)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2 = 2,2 \text{ м}; \quad (5.6)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{6}{2,2} = 2,72 \approx 3; \quad (5.7)$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{7}{2,2} = 3,2 \approx 3; \quad (5.8)$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 3 = 9; \quad (5.9)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,2}{3} = 0,7 \text{ м}; \quad (5.10)$$

Размещаем светильники в три ряда. На рисунке 11 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

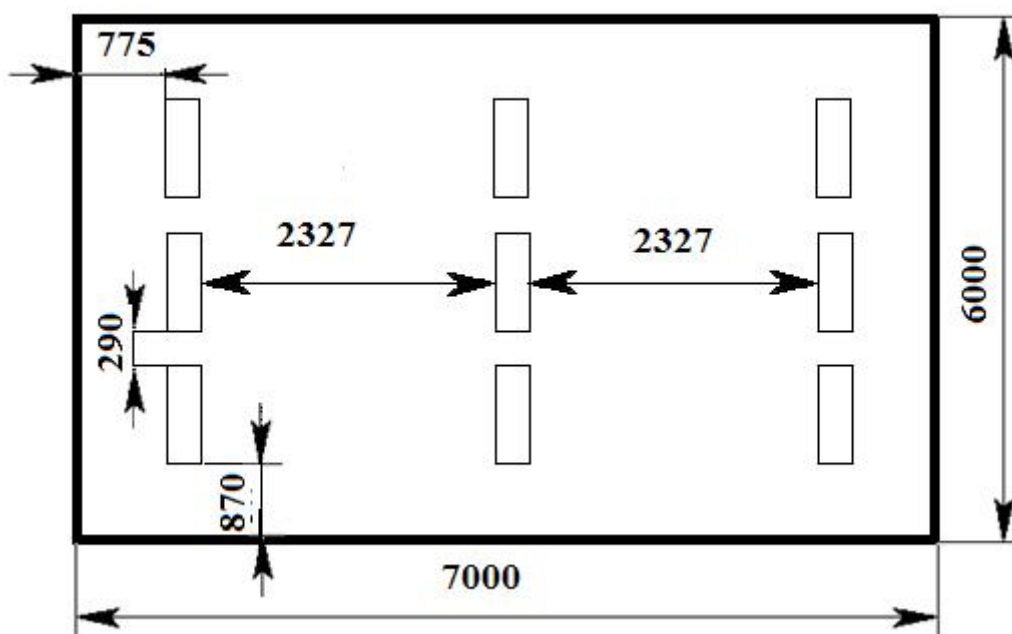


Рисунок 11 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{7 \cdot 6}{2,0 \cdot (7 + 6)} = 1,6; \quad (5.11)$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа

ОДОР с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{П}} = 70 \%$, $\rho_{\text{С}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,6$ равен $\eta = 0,47$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{л}} = (E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z) / (N \cdot \eta) = (300 \cdot 42 \cdot 1,5 \cdot 1,1) / (18 \cdot 0,47) = 2457,44 \text{ лм}; \quad (5.12)$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%; \quad (5.13)$$

$$\frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,44}{2600} \cdot 100\% = 5,5\%. \quad (5.14)$$

Таким образом, мы получили, что необходимый световой поток не выходит за пределы требуемого диапазона. Теперь рассчитаем мощность осветительной установки:

$$P = 18 \cdot 40 = 720 \text{ Вт}; \quad (5.15)$$

5.1.6 Пожарная опасность

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д, а здания на категории А, Б, В, Г и Д.

Согласно НПБ 105-03 лаборатория относится к категории В – горючие и трудно горючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых находится, не относятся к категории наиболее опасных А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к труднотгораемым материалам).

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водопенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000В. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не

более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Для предупреждения пожара и взрыва необходимо предусмотреть:

1. специальные изолированные помещения для хранения и разлива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), оборудованные приточно-вытяжной вентиляцией во взрывобезопасном исполнении - соответствии с ГОСТ 12.4.021-75 и СНиП 2.04.05-86;
2. специальные помещения (для хранения в таре пылеобразной канифоли), изолированные от нагревательных приборов и нагретых частей оборудования;
3. первичные средства пожаротушения на производственных участках (передвижные углекислые огнетушители ГОСТ 9230-77, пенные огнетушители ТУ 22-4720-80, ящики с песком, войлок, кошма или асбестовое полотно);
4. автоматические сигнализаторы (типа СВК-3 М 1) для сигнализации о присутствии в воздухе помещений до взрывных концентраций горючих паров растворителей и их смесей.

Лаборатория полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, изображенного на рисунке 12, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

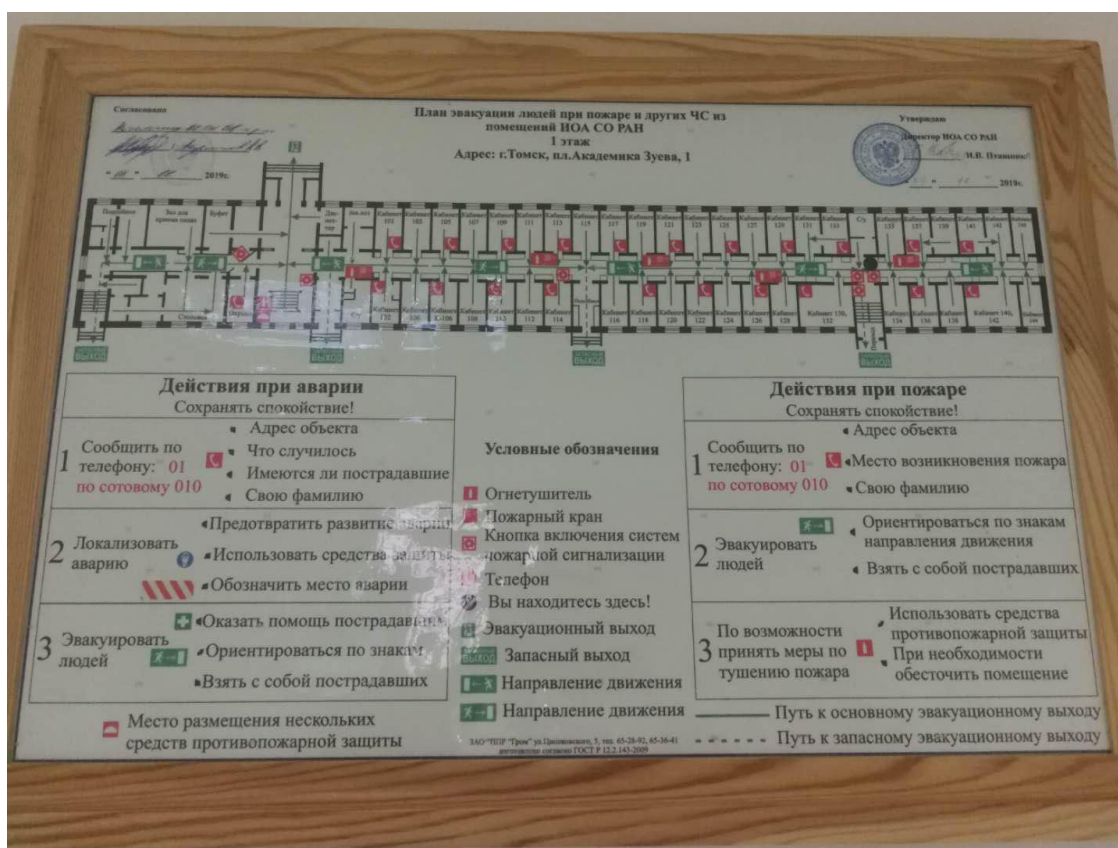


Рисунок 12 – План эвакуации

5.2 Экологическая безопасность

В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу, как для человека, так и для окружающей среды.

К таким веществам относятся:

- свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);
- ртуть (поражает мозг и нервную систему);
- никель и цинк (могут вызывать дерматит);
- щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу);

Поэтому компьютер требует специальных комплексных методов утилизации. В этот комплекс мероприятий входят:

- отделение металлических частей от неметаллических;

- металлические части переплавляются для последующего производства;
- неметаллические части компьютера подвергаются специально переработке;

Исходя из сказанного выше перед планированием покупки компьютера необходимо:

- Побеспокоится заранее о том, каким образом будет утилизирована имеющаяся техника, перед покупкой новой.
- Узнать насколько новая техника соответствует современным эко-стандартам и примут ее на утилизацию после окончания срока службы.

Утилизировать оргтехнику, а не просто выбрасывать на «свалку» необходимо по следующим причинам:

Во-первых, в любой компьютерной и организационной технике содержится некоторое количество драгоценных металлов. Российским законодательством предусмотрен пункт, согласно которому все организации обязаны вести учет и движение драгоценных металлов, в том числе тех, которые входят в состав основных средств. За несоблюдение правил учета, организация может быть оштрафована на сумму от 20000 до 30000 руб. (согласно ст. 19.14. КоАП РФ);

Во-вторых, предприятие также может быть оштрафовано за несанкционированный вывоз техники или оборудования на «свалку»;

Стадия утилизации, утилизируя технику мы заботимся об экологии: количество не перерабатываемых отходов минимизируется, а такие отходы, как пластик, пластмассы, лом черных и цветных металлов, используются во

вторичном производстве. Электронные платы, в которых содержатся драгметаллы, после переработки отправляются на аффинажный завод, после чего чистые металлы сдаются в Госфонд, а не оседают на свалках.

Таким образом утилизацию компьютера можно провести следующим образом:

1.Использовать услуги профессиональной компании по рециклингу, которая может приехать и забрать все приборы, которые планируется сдать в переработку.

2.Можно обратиться в местный муниципалитет по вопросу переработки электроники.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившейся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлек за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

В лаборатории ИОА СО РАН наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера.

ЧС техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, транспортных магистралях и продуктопроводах; пожаров, взрывов на объектах.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

Заключение

- В работе проведен анализ динамических свойств СМ и определены задачи по повышению качества его работы.
- На основании дифференциальных уравнений звеньев СМ составлена его математическая модель в форме структурной схемы.
- Для компенсации в СМ резонансов разработано ПЛКУ на основе управляемого звена «упор». Оно способно демпфировать колебания в СМ без уменьшения полосы пропускания.
- Для повышения быстродействия СМ при действии сухого трения разработан двухрежимный блок компенсации сухого трения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сухенко Н.А. Пути и способы оптимизации структуры и параметров электромеханических систем компенсации силы тяжести/ Н.А. Сухенко, О.А. Кравченко // Изв. вузов. Электромеханика.-2003.-о5. С.30- 36.
2. Сухенко Н.А. Совершенствование систем управления сбалансированных манипуляторов/ Н.А. Сухенко, Г.Я. Пятибратов // Изв. вузов. Электромеханика. 2010.-№5.-С.77-81.
3. Пятибратов Г.Я. Применение электропривода переменного тока при создании систем сбалансированных манипуляторов/ Г.Я.Пятибратов, Н.А. Сухенко // Изв. вузов. Электромеханика.-2011.-№1.-С. 37-39.
4. Глушко Я.М. Динамические усилия в подъемных канатах переменной длины. - Труды МакНИИ,- 1969.
5. Борцов, Ю.А. Автоматизированный электропривод с упругими связями. – 2-е изд. перераб. и доп. / Ю.А. Борцов, Г.Г. Соколовский. –СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербург. отд-ние, 1992. – 288 с.: ил.
6. Пятибратов, Г.Я. Активное демпфирование электроприводом упругих колебаний исполнительных механизмов сбалансированных манипуляторов / Г.Я. Пятибратов, И.В. Хасамбиев // Изв. вузов. Электромеханика. – 2007. – № 4. – С. 55–61.
7. Пятибратов, Г.Я. Принципы построения и способы реализации электромеханических систем сбалансированных манипуляторов с упругими исполнительными механизмами / Г.Я. Пятибратов, Н.А. Сухенко, И.В. Хасамбиев // АЭП 2007: тр. V Междунар. (XVI Всерос.) конф. по автоматизированному электроприводу, Санкт-Петербург, 18–21 сент., 2007 г. – СПб., 2007. – С. 81–84.
8. Кравченко, О.А. Синтез оптимального регулятора усилий в электромеханических системах с упругими связями / О.А. Кравченко, Г.Я. Пятибратов // Изв. вузов. Электромеханика. – 1998. – № 4. – С. 58–63.
9. Зельченко В.Я., Шаров С.Н. Расчет проектирование автоматических систем с нелинейными динамическими звеньями. -Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986. - 174 с.

10. Федоров С.М., Быков В.П. Псевдолинейные корректирующие устройства. В кн.: Нелинейные корректирующие устройства в системах автоматического управления. М.: Машиностроение, 1971. С. 197-218.
11. Хлыпало Е.И. Расчет и проектирование нелинейных корректирующих устройств в автоматических системах. Издательство, 1982. - 272 с.
12. Алексеев О.Г., Выскубов Б.Р., Заливин Г.м., Шурилов В.А. Нелинейное корректирующее устройство // Приборостроение, 1971. № 2. С. 49-51. (Изв. высш. учеб. заведений).
13. Хлыпало Е.И., Черников С.А. Нелинейная коррекция систем с сухим трением и люфтом. В кн.: Нелинейные корректирующие устройства в системах автоматического управления. М.: Машиностроение, 1971. С. 134-196.
14. Черноруцкий Г.С., Жабреев В.С., Подлинева Т.К. Компенсация сухого трения в автоматических системах // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика, 1976. 6. С. 187-192.
15. Воронин А.Н. О компенсации влияния нелинейности типа сухого трения в электромеханических системах автоматического регулирования и управления // Электричество, 1966. № 9. С. 50-55.
16. Козлова Н.М., Кондратьев П.Б., Кулаков А.К., Стеблецов В.Г. О компенсации влияния трения корректирующими разрывными связями. В сб.: Проблемы машиностроения и автоматизации. М. -Будапешт: СЭВ, 1987. Вып. 17. С. 91-94.
17. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1982. - 392 с.
18. Филимонов Н.Б. Системы многорежимного регулирования: концепция, принципы построения, проблемы синтеза // Приборостроение, 1988. 2. С. 18-33. (Изв. высш. учеб. заведений).
19. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1) <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-004-91-ssbt>

20. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
21. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
- 24.ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
- 25 .ГОСТ 12.1.004-91-пожарная безопасность.
26. ГОСТ 12.4.011-89- средства защиты работающих.
27. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
- 28.Сбалансированные манипуляторы / И.Л. Владов, В.Н. Данилевский, П.Б. Ионов и др.; под ред. П.Н. Беянина. – М.: Машиностроение, 1988. – 264 с.
- 29.Александров, М.П. Грузоподъёмные машины: учеб. для вузов / М.П. Александров, Л.Н. Колобов, Н.А. Лобов. – М.: Машиностроение, 1986. – 400 с.: ил.